

# Document made available under the Patent Cooperation Treaty (PCT)

International application number: PCT/JP05/003030

International filing date: 24 February 2005 (24.02.2005)

Document type: Certified copy of priority document

Document details: Country/Office: JP  
Number: 2004-058435  
Filing date: 03 March 2004 (03.03.2004)

Date of receipt at the International Bureau: 21 April 2005 (21.04.2005)

Remark: Priority document submitted or transmitted to the International Bureau in compliance with Rule 17.1(a) or (b)



World Intellectual Property Organization (WIPO) - Geneva, Switzerland  
Organisation Mondiale de la Propriété Intellectuelle (OMPI) - Genève, Suisse

日 本 国 特 許 庁  
JAPAN PATENT OFFICE

28.02.2005

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日                      2 0 0 4 年    3 月    3 日  
Date of Application:

出 願 番 号                      特 願 2 0 0 4 - 0 5 8 4 3 5  
Application Number:

パリ条約による外国への出願  
に用いる優先権の主張の基礎  
となる出願の国コードと出願  
番号

The country code and number  
of your priority application,  
to be used for filing abroad  
under the Paris Convention, is

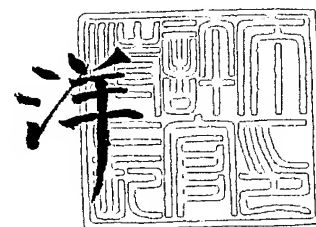
J P 2 0 0 4 - 0 5 8 4 3 5

出      願      人                      松 下 電 器 産 業 株 式 会 社  
Applicant(s):

2 0 0 5 年    4 月    7 日

特 許 庁 長 官  
Commissioner,  
Japan Patent Office

小 川



【書類名】 特許願  
【整理番号】 2926450296  
【提出日】 平成16年 3月 3日  
【あて先】 特許庁長官殿  
【国際特許分類】 H04R 19/01  
H04R 7/04

【発明者】  
【住所又は居所】 大阪府門真市大字門真 1 0 0 6 番地 松下電器産業株式会社内  
【氏名】 小倉 洋

【発明者】  
【住所又は居所】 大阪府門真市大字門真 1 0 0 6 番地 松下電器産業株式会社内  
【氏名】 山岡 徹

【特許出願人】  
【識別番号】 000005821  
【氏名又は名称】 松下電器産業株式会社

【代理人】  
【識別番号】 100097445  
【弁理士】  
【氏名又は名称】 岩橋 文雄

【選任した代理人】  
【識別番号】 100103355  
【弁理士】  
【氏名又は名称】 坂口 智康

【選任した代理人】  
【識別番号】 100109667  
【弁理士】  
【氏名又は名称】 内藤 浩樹

【手数料の表示】  
【予納台帳番号】 011305  
【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】  
【物件名】 特許請求の範囲 1  
【物件名】 明細書 1  
【物件名】 図面 1  
【物件名】 要約書 1  
【包括委任状番号】 9809938

**【書類名】 特許請求の範囲****【請求項 1】**

第 1 の電極と、  
第 2 の電極と、  
前記第 1 の電極と前記第 2 の電極との間に形成されたエレクトレット化された第 1 の絶縁膜と、  
前記第 1 の絶縁膜を覆うように形成された第 2 の絶縁膜とを備え、  
前記第 2 の絶縁膜に覆われた前記第 1 の絶縁膜は、前記第 2 の電極に形成されていることを特徴とするエレクトレットコンデンサー。

**【請求項 2】**

第 1 の電極と、  
第 2 の電極と、  
前記第 1 の電極と前記第 2 の電極との間に形成されたエレクトレット化された第 1 の絶縁膜とを備え、  
前記第 1 の絶縁膜は前記第 2 の電極及び第 2 の絶縁膜により覆われており、  
前記第 2 の電極はポリシリコンからなることを特徴とするエレクトレットコンデンサー。

**【請求項 3】**

前記第 1 の絶縁膜は 5 0 0 ℃～8 0 0 ℃の雰囲気中で成長させたシリコン酸化膜であることを特徴とする請求項 1 及び 2 記載のエレクトレットコンデンサー。

**【請求項 4】**

前記第 2 の絶縁膜は 6 0 0 ℃～8 0 0 ℃の雰囲気中で成長させたシリコン窒化膜であることを特徴とする請求項 1 及び 2 記載のエレクトレットコンデンサー。

**【請求項 5】**

前記第 2 の電極、前記第 1 の絶縁膜及び前記第 2 の絶縁膜は、振動膜であることを特徴とする請求項 1 及び 2 記載のエレクトレットコンデンサー。

**【請求項 6】**

前記第 1 の絶縁膜は、振動膜の中央に形成されることを特徴とする請求項 4 記載のエレクトレットコンデンサー。

【書類名】明細書

【発明の名称】エレクトレットコンデンサー

【技術分野】

【0001】

本発明は振動電極を有するエレクトレットコンデンサーに関し、特にMEMS (Micro Electro Mechanical Systems) 技術を用いて形成するエレクトレットコンデンサー及びその製造方法に関する。

【背景技術】

【0002】

従来、コンデンサーマイクロホンなどの素子に応用される永久的電気分極を有する誘電体であるエレクトレット素子として、FEP材などの有機系の高分子重合体を使用されていたが、耐熱性に劣る為、基板実装する場合のリフロー用素子としての使用が困難であるという問題があった。

【0003】

近年、マイクロホンの小型化を達成するため、有機系の高分子重合体に代えて、特許文献1に示すような微細加工技術を利用したシリコン酸化膜を用いたエレクトレットコンデンサーマイクロホンが提案されている。

【0004】

具体的には、2枚のシリコン基板を用いて、各々の基板を張り合わせることでコンデンサーを構成するとともに、片方の基板にシリコン酸化膜をエレクトレット材とするエレクトレット膜を配置し、エレクトレットコンデンサーマイクロホンとするものである。

【特許文献1】特開平11-331988号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

しかしながら、このような構造のエレクトレットコンデンサーマイクロホンは、以下の点で課題を有する。

【0006】

すなわち、エレクトレット膜としてシリコン酸化膜を採用した場合、シリコン酸化膜は大気中の水分等を吸着する働きを有するので、エレクトレットの電荷が抜けるため、シリコン酸化膜の成膜方法の工夫のみでは経時変化のないエレクトレットとすることはできない。

【0007】

さらに、シリコン酸化膜が露出していると、エレクトレットを加熱した際、電荷が抜ける現象が生じ、たとえばエレクトレットコンデンサーを搭載したマイクロフォンを他の基板に、リフロー工法を使って実装する際に、エレクトレットの電荷が抜けるため、マイクロホンとして十分な機能を果たさなくなる。

【0008】

本発明は、耐湿性に優れた構造を有するエレクトレットコンデンサーを提供することを目的とする。また、耐熱性の高い永久電荷を持つエレクトレットで構成したエレクトレットコンデンサーを提供することを目的としている。

【課題を解決するための手段】

【0009】

本発明の第1のエレクトレットコンデンサーは、第1の電極と、第2の電極と、第1の電極と第2の電極との間に形成されたエレクトレット化された第1の絶縁膜と、第1の絶縁膜を覆うように形成された第2の絶縁膜とを備え、第2の絶縁膜に覆われた第1の絶縁膜は、第2の電極に形成されていることを特徴とする。

【0010】

本発明の第2のエレクトレットコンデンサーは、第1の電極と、第2の電極と、第1の電極と第2の電極との間に形成されたエレクトレット化された第1の絶縁膜とを備え、第

1 の絶縁膜は第 2 の電極及び第 2 の絶縁膜により覆われており、第 2 の電極はポリシリコンからなることを特徴とする。

【0011】

また、第 1 の絶縁膜は 5 0 0 ℃～8 0 0 ℃の雰囲気中で成長させたシリコン酸化膜であることを特徴とする。

【0012】

また、第 2 の絶縁膜は 6 0 0 ℃～8 0 0 ℃の雰囲気中で成長させたシリコン窒化膜であることを特徴とする。

【0013】

また、第 2 の電極、第 1 の絶縁膜及び前記第 2 の絶縁膜は、振動膜であることを特徴とする。

【0014】

また、第 1 の絶縁膜は、振動膜の中央に形成されることを特徴とする。

【発明の効果】

【0015】

本発明によれば、エレクトレットとなる電荷を着電させたシリコン酸化膜をシリコン窒化膜で完全に覆うことにより信頼性の高いエレクトレットコンデンサーを提供することができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0016】

以下、本発明の実施の形態について、図面を参照しながら説明する。

【0017】

最初に、本発明のエレクトレットコンデンサーマイクロフォン（ECM）について説明する。

【0018】

図 1 は、本発明の ECM の構成を示す図である。樹脂基板 1 上にエレクトレットコンデンサー 2 と IC 3 が設置されており、これらをシールドケース 4 で覆っている。このエレクトレットコンデンサー 2 は大きく分けて振動電極 5 と固定電極 6 からなる。さらに、この振動電極 5 には、電荷を帯びたシリコン酸化膜 7 からなるエレクトレットが振動電極 5 と固定電極 6 との間になるように形成されている。

【0019】

次に、図 1 で説明したエレクトレットが形成された振動電極 5 について説明する。

【0020】

図 2 は、本発明の実施の形態の振動電極 5 を示したものである。

【0021】

図 2（a）に示すように、振動電極 5 の上に帯電させたシリコン酸化膜 7 を形成し、さらにこのシリコン酸化膜 7 を覆うようにシリコン窒化膜 8 が形成されている。

【0022】

また、図 2（b）では、振動電極 5 の上にシリコン窒化膜 9 を形成する。そして、帯電させたシリコン酸化膜 7 を形成し、さらにこのシリコン酸化膜 7 を覆うようにシリコン窒化膜 8 が形成されている。

【0023】

図 2（a）及び図 2（b）の構造は、帯電させたシリコン酸化膜 7 からなるエレクトレットを完全に覆うものである。これにより、シリコン酸化膜が大気中の水分を吸着したり、また、加熱時に電荷が抜けることを抑制することができる。

【0024】

図 2 に示すようにシリコン酸化膜 7 を完全に覆う効果について実験を行ったので図 3 を用いて説明する。

【0025】

図 3（a）に示すのは、帯電したシリコン酸化膜 7 をシリコン窒化膜 8 及びシリコン窒

化膜 9 で完全に覆うものである。

【0026】

図 3 (b) に示すのは、帯電したシリコン酸化膜 7 が露出している状態のものである。

【0027】

ここで、図 3 (a) 及び図 3 (b) のどちらのものも裏面に導電膜 (A1 膜) 10 が形成されたシリコン基板 11 上に形成して実験を行ったものである。シリコン酸化膜 7 は  $1.5 \mu\text{m}$  の LP-TEOS である。また、図 2 (a) では、このシリコン酸化膜 7 を LP-SiN で形成したシリコン窒化膜で完全に覆っている。このシリコン窒化膜を減圧 CVD 法により高温で形成した LP-SiN にすることで、ピンホールなどが無い緻密な保護膜を形成することができる。

【0028】

ここで、シリコン酸化膜を減圧 CVD 法で形成するときの成長温度については、 $500 \sim 800^\circ\text{C}$  での形成が好ましい。

【0029】

また、シリコン窒化膜を減圧 CVD 法で形成するときの成長温度については、 $600 \sim 800^\circ\text{C}$  での形成が好ましい。

【0030】

図 3 (b) に示すような電荷が着電したシリコン酸化膜 7 が露出したものでは、自然放置 (44 時間) するだけで、着電量が約 8 dB 劣化した。これに対して、図 3 (a) に示すような電荷が着電したシリコン酸化膜 7 が完全に覆われているものでは、44 時間の自然放置においても、約 0.4 dB の劣化しかみられなかった。さらには、 $150^\circ\text{C}$  の雰囲気において 1 時間加熱した場合において、0.1 dB の劣化しかみられなかった。

【0031】

また、図 2 に示すような本発明の実施の形態では、振動電極 5 にシリコン酸化膜 7 やシリコン窒化膜が形成され、一体となって振動する振動膜を形成している。

【0032】

この振動膜が、LP-TEOS からなるシリコン酸化膜 7、LP-SiN からなるシリコン窒化膜 8 及び 9、ドーパドポリと呼ばれるポリシリコン膜に不純物をドーピングした導電膜からなる振動電極 5 で構成されている場合 (図 2 (b) で示す構成) を例にあげて、共振周波数制御の原理について説明する。

【0033】

本発明の実施の形態における振動膜は、図 4 に示すように 1 辺が  $a$  の正方形で厚さが  $d$  の方形膜である。この場合、図示した方形膜の共振周波数  $f$  は、

$$f = 1 / \{ 2 \cdot (MC)^{1/2} \}$$

で表すことができる。ここで  $M$  は質量、 $C$  は振動膜の動きやすさであるコンプライアンスである。 $M$  と  $C$  は、

$$M = (\pi^4 \cdot \rho \cdot d \cdot a^2) / 64$$

$$C = 32 / (\pi^6 \cdot T)$$

により求められる。ここで、 $\rho$  は薄膜の密度、 $T$  は張力である。張力  $T$  は、

$$T = \sigma \cdot \rho$$

により、求めることができる。

【0034】

以上の関係により、 $f$  は、

$$f = (0.71 / a) \cdot (\sigma / \rho)^{1/2}$$

として与えられる。

【0035】

また、上記の式は単層膜の場合の式であるが、多層膜 ( $i$  層の膜) の場合、

$$\sigma = \sum (\sigma_i / t_i) / t_i$$

$$\rho = \sum (\rho_i / t_i) / t_i$$

として求めることができる。

## 【0036】

たとえば、方形膜の面積を  $1\text{ mm}^2$  ( $a=1\text{ mm}$ ) としたとき、LP-TEOS (応力:  $-110 \times 10^6 [\text{N/m}^2]$ 、密度:  $2.5 \times 10^3 [\text{kg/m}^3]$ ) の膜厚を  $1500\text{ nm}$ 、LP-SiN (応力:  $1200 \times 10^6 [\text{N/m}^2]$ 、密度:  $3.1 \times 10^3 [\text{kg/m}^3]$ ) の膜厚を  $200\text{ nm}$ 、ポリシリコン膜 (応力:  $-0.3 [\text{N/m}^2]$ 、密度:  $2.3 \times 10^3 [\text{kg/m}^3]$ ) の膜厚を  $200\text{ nm}$  とすると、共振周波数は、 $178\text{ kHz}$  (再計算必要) となるが、これを基準の共振周波数として、LP-TEOS と LP-SiN の膜厚を変化させると、共振周波数を制御することが可能となる。

## 【0037】

本発明のエレクトレットコンデンサーは、マイクロフォンの構成部品となる。マイクロフォンは、可聴領域である  $2 \sim 20\text{ kHz}$  の周波数帯で音圧を電気信号に変換するが、エレクトレットコンデンサーの振動膜は、その共振周波数のよりも高い値、すなわち  $20\text{ kHz}$  よりも高い共振周波数とならないと、マイクとして使用ができない。本発明によれば、シリコン酸化膜とシリコン窒化膜の膜厚を任意の厚みで調整し、 $20\text{ kHz}$  以上の共振周波数を持つ、振動膜を作製することが可能となる。

## 【0038】

なお、ポリシリコン膜は、応力が小さいため、ほとんど共振周波数の制御に寄与しない。

## 【0039】

以上のように本発明によれば、多層膜の各膜厚を管理することで、振動膜の共振周波数を制御することが可能となる。

## 【0040】

また、シリコン酸化膜7を振動膜となる方形膜の寸法より、若干小さく中央に形成することにより、エレクトレット膜をマス(重量)として用いることができる。この構成をとれば、方形膜を構成する多層膜が薄くなり、かつマスを保有する振動膜なのでエレクトレットコンデンサーとしての感度を高めることができる。

## 【0041】

なお、本発明の実施の形態では、エレクトレットとして、シリコン酸化膜を用いたが、テフロン(登録商標)、FEPなどの絶縁膜でも形成することができる。

## 【0042】

なお、本発明の実施の形態では、シリコン酸化膜からなるエレクトレットを覆う膜として、シリコン窒化膜を用いたが、ポリイミド、ベンゾシクロブテンなどの絶縁膜でも形成することができる。

## 【産業上の利用可能性】

## 【0043】

本発明にかかるエレクトレットコンデンサーは、耐湿性に優れる信頼性の高いデバイス、特にECMを形成するのに有用である。

## 【図面の簡単な説明】

## 【0044】

【図1】本発明のECMを示す図

【図2】本発明の実施の形態における振動膜の断面図

【図3】シリコン酸化膜を覆うことによる効果を検証したときの膜構成の断面図

【図4】振動膜を説明する図

## 【符号の説明】

## 【0045】

- 1 樹脂基板
- 2 エレクトレットコンデンサー
- 3 IC
- 4 シールドケース
- 5 振動電極

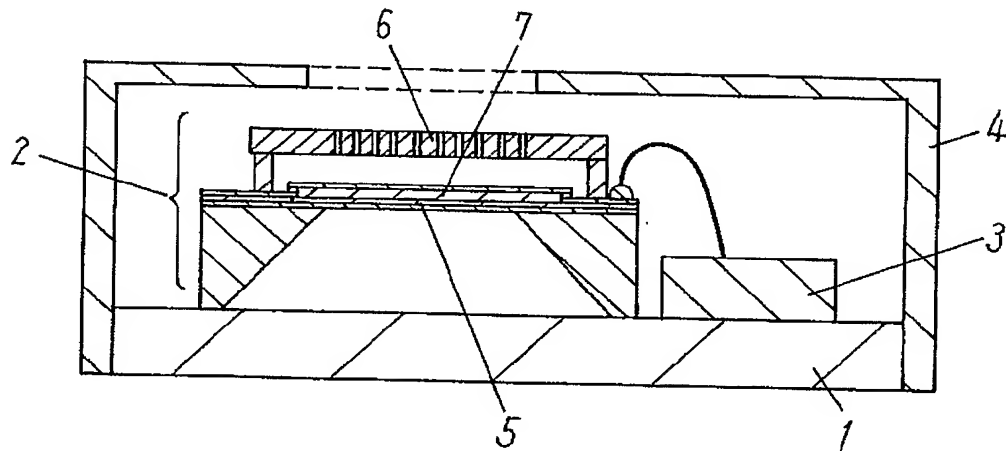


- 6 固定電極
- 7 シリコン酸化膜
- 8 シリコン窒化膜
- 9 シリコン窒化膜
- 1 0 導電膜
- 1 1 シリコン基板

【書類名】 図面

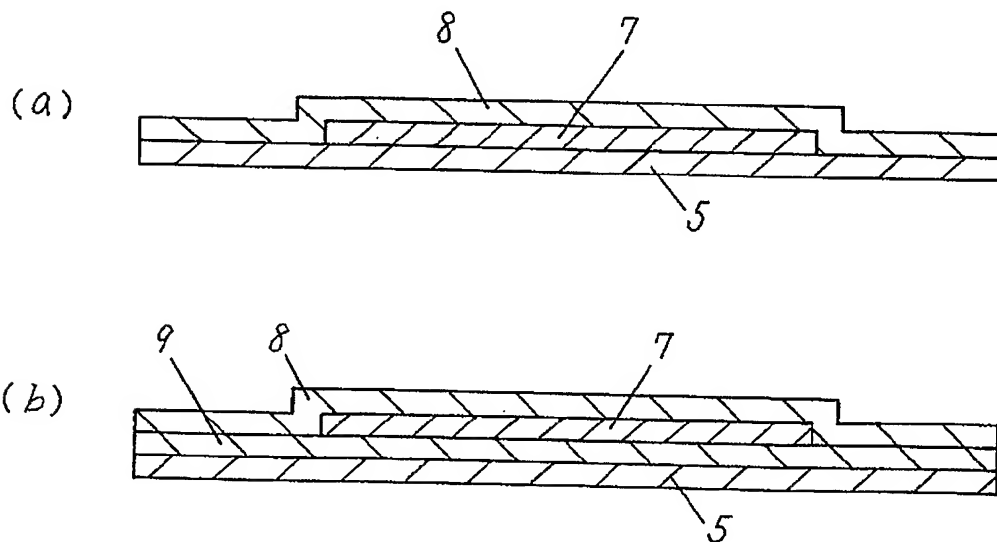
【図 1】

- |                 |           |
|-----------------|-----------|
| 1 樹脂基板          | 5 振動電極    |
| 2 エレフトレットコンデンサー | 6 固定電極    |
| 3 I C           | 7 シリコン酸化膜 |
| 4 シールドケース       |           |

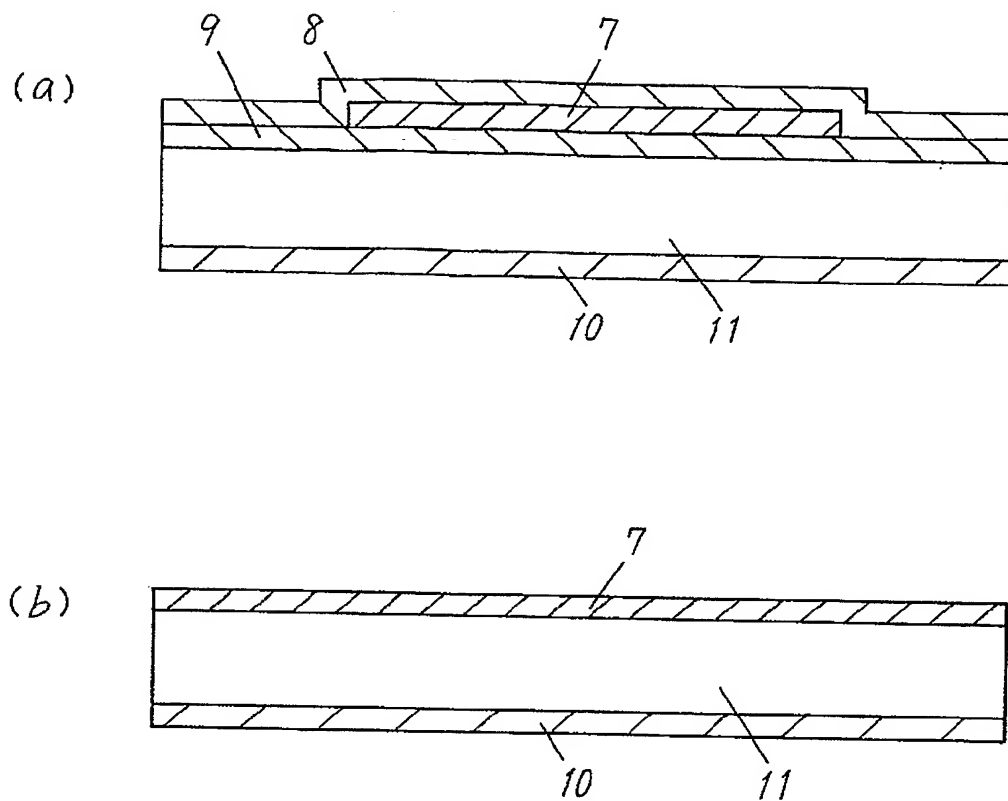


【図 2】

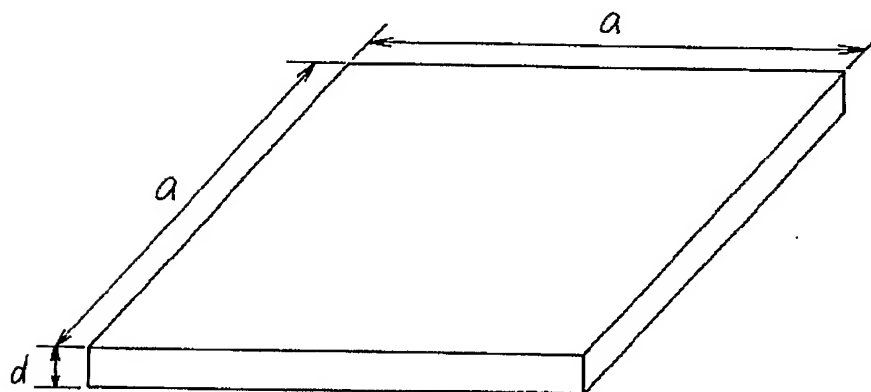
8,9 シリコン窒化膜



【図 3】



【図 4】



【書類名】要約書

【要約】

【課題】耐湿性に優れるエレクトレットコンデンサーを提供する。

【解決手段】振動電極と固定電極の間に形成されたエレクトレット化したシリコン酸化膜を、シリコン窒化膜で覆い、シリコン酸化膜を露出させない構造とする。さらに、このシリコン窒化膜を減圧CVD法により高温下で形成することで、ピンホールなどが無い緻密な保護膜を形成することができる。これにより、エレクトレットの吸湿を抑制し、信頼性の高いエレクトレットコンデンサーを提供することができる。

【選択図】図 2

特願 2 0 0 4 - 0 5 8 4 3 5

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号

[ 0 0 0 0 0 5 8 2 1 ]

1. 変更年月日

1 9 9 0 年 8 月 2 8 日

[変更理由]

新規登録

住 所

大阪府門真市大字門真 1 0 0 6 番地

氏 名

松下電器産業株式会社